

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-215345

(43)Date of publication of application : 10.08.2001

(51)Int.Cl.

G02B 6/00
G02B 6/18

(21)Application number : 2000-391448

(71)Applicant : KWANGJU INST OF SCIENCE &
TECHNOL

(22)Date of filing : 22.12.2000

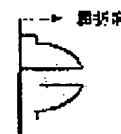
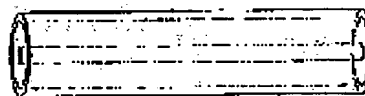
(72)Inventor : JAN-JOO KIMU
BUUGON SHIN

(30)Priority

Priority number : 1999 9962075 Priority date : 24.12.1999 Priority country : KR

(54) MANUFACTURING METHOD FOR PLASTIC OPTICAL FIBER PREFORM WITH
REFRACTIVE INDEX INCLINATION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for
producing easily a GI type plastic optical fiber preform
adjusted precisely refractive index distribution.SOLUTION: The manufacturing method of GI type
plastic optical fiber preform includes that the
polymerization is performed injecting monomer source
material into a rotary tube for optical fiber preform
production, after forming a cladding part which has the
fixed refractive index in the direction of the center from
the wall surface of the tube, the polymerization is
performed changing and injecting composition of the
monomer source material gradually, so that the raw
material with the high refractive index may be included
so much, and the core part which has the refractive
index gradually increased from the boundary face with
the cladding part to the core, is formed continuously.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 22.12.2000

[Date of sending the examiner's decision of
rejection] 10.12.2002[Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-215345

(P2001-215345A)

(43) 公開日 平成13年8月10日 (2001.8.10)

(51) Int.Cl.⁷

G 0 2 B 6/00
6/18

識別記号

3 6 6

F I

G 0 2 B 6/00
6/18

テーマコード* (参考)

3 6 6

審査請求 有 請求項の数10 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-391448(P2000-391448)

(22) 出願日 平成12年12月22日 (2000. 12. 22)

(31) 優先権主張番号 1 9 9 9 - 6 2 0 7 5

(32) 優先日 平成11年12月24日 (1999. 12. 24)

(33) 優先権主張国 韓国 (K R)

(71) 出願人 599031102

クァンジュ インスティテュート オブ

サイエンスアンド テクノロジー

大韓民国、クァンジュ、ブクーク、オーヨ
ンードン、1

(72) 発明者 ジョー・キム

大韓民国、クァンジュ 500-480、ブク
グ、オーヨンードン、ナンバー 1、ク
ァンジュ インスティテュート オブ サ
イエンス アンド テクノロジー・キョウ
ン・アパートメント・ディー-206

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外4名)

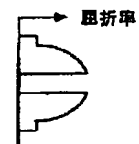
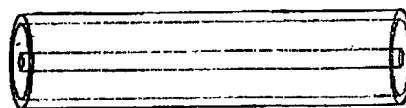
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 屈折率勾配を有するプラスチック光ファイバプリフォームの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 屈折率分布が精密に調節された G I 型プラスチック光ファイバプリフォームを簡便に製造する方法を提供する。

【解決手段】 回転する光ファイバプリフォーム製造用チューブに単量体原料物質を注入しながら重合を行って、チューブの壁面から中心方向に一定な屈折率を有するクラディング部を形成した後、単量体原料物質の組成を屈折率の高い原料を多量含むように漸進的に変化注入しながら重合を行って、前記クラディング部との界面から中心部まで漸進的に増加する屈折率を有するコア部を連続的に形成することを含む、G I 型プラスチック光ファイバプリフォームの製造方法。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 回転する光ファイバプリフォーム製造用チューブに単量体原料物質を注入しながら重合を行って、チューブの壁面から中心方向に一定な屈折率を有するクラディング部を形成した後、単量体原料物質の組成を屈折率の高い原料を多量含むように漸進的に変化注入しながら重合を行って、前記クラディング部との界面から中心部まで漸進的に増加する屈折率を有するコア部を連続的に形成することを含む G I (graded-index) 型プラスチック光ファイバプリフォームの製造方法。

【請求項 2】 前記単量体が、アクリル系高分子およびそのフッ素または重水素置換体で重合可能な単量体、ビニル系高分子およびそのフッ素または重水素置換体で重合可能な単量体、ポリカーボネート系高分子およびそのフッ素または重水素置換体で重合可能な単量体、開環重合系高分子およびそのフッ素または重水素置換体で重合可能な単量体、およびこれらの混合物からなる群から選ばれることを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】 前記単量体原料物質が、フタル酸ベンジル n-ブチル、安息香酸ベンジル、ジフェニル、硫酸ジフェニル、リン酸トリフェニル、フタル酸ジフェニルおよびこれらの混合物からなる群から選ばれる屈折率調節剤をさらに含むことを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 4】 前記単量体原料物質が、予備重合されたものであることを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 5】 60~90℃で加熱するか、紫外線を照射して重合を行うことを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 6】 コア部を形成した後、真空の下で加熱する段階をさらに含むことを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 7】 プラスチック光ファイバ製造用チューブと、前記チューブを回転させるための手段と、単量体原料物質を前記チューブに注入するための供給手段と、前記単量体原料物質の組成を調節するための手段と、前記チューブに連結された単量体重合条件制御手段とを備える、請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載の光ファイバプリフォームの製造方法に使用される装置。

【請求項 8】 単量体重合条件制御手段が、恒温装置または紫外線照射装置であることを特徴とする請求項 7 記載の装置。

【請求項 9】 請求項 1 ないし 6 のいずれか一つに記載の方法で製造されたプラスチック光ファイバプリフォーム。

【請求項 10】 請求項 9 によるプリフォームを高温溶融させた後延伸して製造されたプラスチック光ファイバ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、漸進的に変化する

屈折率分布を有する光通信用プラスチック光ファイバ (GI-POF: graded-index plastic optical fiber) のプリフォーム (preform) を製造する方法および装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 コア部とクラディング部がすべてプラスチックからなるプラスチック光ファイバは、ガラス光ファイバに比べて装置間信号伝達を目的とする短距離通信用素材として適当である。このプラスチック光ファイバは、ガラス光ファイバに比べて低コストで生産可能であるため、近距離通信網 (LAN)、F T T H (Fiber-to-the-home) および F I T H (Fiber-in-the-home) のような次世代通信網に重要に用いられる。

【0003】 通常用いられるプラスチック光ファイバは、PMMA (ポリメチルメタクリレート)、PC (ポリカーボネート) またはその他共重合体を原料とするコア部と、主としてこれらのフッ素あるいは重水素置換された物質を原料とする、コア部に比べて低い屈折率を有するクラディング部とからなり、コア部の屈折率の特性によって、コア部が一定な屈折率を有する S I (step-index) 型光ファイバと、変化する屈折率を有する G I (graded-index) 型光ファイバとに区分される。S I 型光ファイバに比べて G I 型光ファイバは、入射された光信号の歪みを著しく減らし、時間当たり多量の情報が伝送できるため選好される。

【0004】 既存には、単量体間の反応性の差を利用するか、ゲル効果 (gel effect) を用いるなど特定化学反応を用いて G I 型プラスチック光ファイバを主に製造したが、この方法によれば、反応を自由に調節できず、製造可能なプリフォームの大きさが制限され、屈折率の任意的な調節が難しいため、理想的な屈折率分布を有する G I 型プラスチック光ファイバが得られなかった。

【0005】 日本国特開平 7-027928 号および同 8-304634 号は、高分子膜を多層反復製造することによって G I 型プラスチック光ファイバを製造する方法を開示しているが、この方法は、工程が複雑であり、精密な屈折率の調節が難しいという短所を有する。

【0006】 米国特許第 5,639,512 号および第 5,614,253 号は、高分子含有溶液を回転するチューブ内に噴射して高分子溶液の膜を形成した後、溶媒を除去して G I 型光ファイバプリフォームを製造する方法を開示している。この方法は、高分子含有溶液に混合される屈折率調節のための添加剤の量を調節することによって、屈折率分布を容易に調節できるが、溶液噴射および除去に関連する付加的な装置と工程を必要とするという短所を有する。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 したがって、本発明の目的は、屈折率分布が精密に調節された G I 型プラスチック光ファイバプリフォームを簡便に製造する方法およ

び装置を提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、回転する光ファイバプリフォーム製造用チューブに単量体原料物質を注入しながら重合を行って、チューブの壁面から中心方向に一定な屈折率を有するクラディング (cladding) 部を形成した後、単量体原料物質の組成を屈折率の高い原料を多量含むように漸進的に変化注入しながら重合を行って、前記クラディング部との界面から中心 (center) 部まで漸進的に増加する屈折率を有するコア (core) 部を連続的に形成することを含む、G I (grade d-index) 型プラスチック光ファイバプリフォームの製造方法が提供される。

【0009】また、本発明によれば、プラスチック光ファイバ製造用チューブと、前記チューブを回転させるための手段と、単量体原料物質を前記チューブに注入するための供給手段と、前記単量体原料物質の組成を調節するための手段と、前記チューブに連結された単量体重合条件制御手段とを備える、前記光ファイバプリフォームの製造に用いられる装置が提供される。

【0010】

【発明の実施の形態】本発明の方法に従って、光ファイバ製造用チューブを回転させながら、これに単量体原料物質を連続的に注入すると、遠心力によって単量体原料物質がチューブの壁面に押されることになるため、チューブの中心は空いており、壁面には単量体原料物質が均一に塗布された単量体層が形成される。この単量体層は、膜の形成と同時に重合されることによって高分子になるが、60～90℃の熱によって重合させるか、または紫外線を照射して重合させ得る。この際、経時によって注入する単量体の組成比を調節することによって、形成されるプラスチック光ファイバプリフォームの屈折率分布を調節する。

【0011】具体的には、クラディング部の形成時には、コア部より屈折率の低い高分子が形成されるように単一組成の単量体を注入し、コア部の形成時には、経時によって漸次に屈折率の高い高分子が形成されるように単量体の組成比を変化させながら注入する。また、必要に応じて、コア部の形成時にも単一組成の単量体を注入しながら経時によって漸次に屈折率が増加するように屈折率調節剤としての単分子型物質をその量を変えながら加えることができる。この際、時間当たり生成される重合体の厚さ比率が一定するように単量体注入速度を後半に行くほど低めることが好ましい。

【0012】本発明に使用される単量体は、通常のプラスチック光ファイバの製造時に用いられる物質のいずれも用いることができ、透明度が高く、加工性がよく、熱安定性のいい物質であることが好ましい。単量体の代表的な例としては、アクリル系高分子およびそのフッ素または重水素置換体で重合可能な単量体、ビニル系高分子

およびそのフッ素または重水素置換体で重合可能な単量体、ポリカーボネート系高分子およびそのフッ素または重水素置換体で重合可能な単量体、開環重合系高分子およびそのフッ素または重水素置換体で重合可能な単量体を挙げるができる。また、単量体原料物質は、オリゴマー形態であるか、予備重合されて粘度が高くなったものであり得る。クラディング部形成単量体は、コア部より屈折率の低い高分子を形成するものと適宜選択することができる。

【0013】また、前記単量体原料物質に加えられる屈折率調節剤としては、フタル酸ベンジル α -ブチル、安息香酸ベンジル、ジフェニル、硫酸ジフェニル、リン酸トリフェニル、フタル酸ジフェニルを挙げるができる。この他にも、通常の反応開始剤および連鎖移動剤などを前記単量体原料物質に加えることができる。

【0014】このような本発明の方法によれば、屈折率の一定なクラディング部およびそれとの界面からコア部まで漸進的に増加する屈折率を有するコア部を含む、コア部の中央が空いている形態のG I型プラスチック光ファイバプリフォームが得られる。

【0015】本発明によれば、重合後真空の下で180～230℃の温度に加熱するか、または屈折率調節剤を含む単量体原料物質を満たした後、重合させてコア部の中央が満たされた形態の光ファイバプリフォームが得られる。これとは異なり、中空形態の光ファイバプリフォームの中央の空間は繊維で加工した後続工程において減圧処理によって埋められる。

【0016】コア部の屈折率の差は、必要に応じて適宜調節することができ、特に制限されないが、好ましくは、約0.01～0.03の差になるようにする。

【0017】本発明によって製造された光ファイバプリフォームの一例を図1および2に示す。図1は、本発明の光ファイバプリフォームの側面を示したものであって、光ファイバ製造用チューブの内側の壁面から高分子が成長されていることを示す。図1の中央空間を埋めると、図2のような光ファイバプリフォームが生成し、各々の屈折率分布をその右側に示す。製造時、経時変化する本発明の光ファイバプリフォームの断面および屈折率分布を図3～図5に示す。図1および2から、光ファイバプリフォームの周り部分には屈折率の一定なクラディング部が形成され、中にはコア部が形成されるが、コア部の内部に行くほど屈折率が高くなる分布が形成されることが分かる。

【0018】本発明においては、プラスチック光ファイバ製造用チューブと、前記チューブを回転させるための手段と、単量体原料物質を前記チューブに注入するための供給手段と、前記単量体原料物質の組成を調節するための手段と、前記チューブに連結された単量体重合条件制御手段とを含む、プラスチック光ファイバプリフォームを製造する装置を提供する。

【0019】図6および7は、GI型光ファイバのプリフォームを製造するための本発明による装置の例を概略的に示す。この装置は、モータ5を含めてプラスチック光ファイバの製造に用いられるチューブ4を高速に回転させる手段と、屈折率分布の調節のために屈折率が異なる単量体AおよびBを注入する手段2、3を含む。この際、注入される単量体の流量は、コンピュータ1のような単量体原料物質組成の制御手段によって調節され、単量体の重合のためにチューブ4は重合温度が維持できる恒温装置6（図6）内にまたは紫外線照射装置8（図7）の下に位置する。また、前記重合は、重合時の副反応を防止するために窒素のような不活性ガス7の存在の下で行うこともできる。

【0020】本発明に使用されるプラスチック光ファイバ製造用チューブ4は、光ファイバの製造時に通常用いられるものであって、その材質や大きさに特に制限されず、単量体に溶けなく、高分子重合温度において熱安定性があれば十分である。好ましくは、材質がガラスまたは金属などであり、直径が1〜50cm、長さが15cm〜数メートルのものが用いられる。本発明において、単量体原料物質を前記チューブ4に注入するとき、注入量を微細に調節できる注射器ポンプまたは液体ポンプを用いることができる。

【0021】本発明によって製造されたGI型プラスチック光ファイバプリフォームは、図8に示すような装置を用いて繊維として加工することができる。この装置は、プリフォーム11を溶融させて繊維12として加工する加熱器10およびプリフォームを一定な速度で注入する装置9を含む。この装置を通じて、プリフォームを高温溶融させた後、単一軸に引っ張ることによって光ファイバとして加工する。この際製造される光ファイバの直径は光ファイバプリフォームの注入速度と繊維の引張速度の比によって決定され、1mm以下が好ましい。

【0022】

【実施例】以下、本発明を下記実施例によってさらに詳細に説明する。ただし、下記実施例は本発明を例示するためのもののみであり、本発明の範囲を制限しない。

【0023】実施例1

80℃の対流オープン中で内径29.6mm、長さ200mmのガラスチューブを4,500rpmの速度で回転させながら、単量体原料物質を液体ポンプを用いて注入した。前記単量体原料物質は反応開始剤として0.1重量%のベンゾイルペルオキシドおよび連鎖移動剤として0.1重量%のn-ブチルメルカプタンを含み、単量体の構成は、メタクリル酸メチル100重量%からメタクリル酸メチル85重量%/メタクリル酸ベンジル15重量%まで漸進的に変化させた。この際、3時間メタクリル酸メチルのみを注入してクラディング部を形成し、連続的に4時間前記勾配で単量体の組成を変化させて注入することによってコア部を形成した。単量体原料

物質の注入速度は5.63ml/分から0.0954ml/分に変化させた。この際、前記単量体含量と注入速度の調節はコンピュータによって自動的に制御されるようにした。

【0024】コア部の中央に直径3mm程の空間が生成するまで重合を引き続けて中央に空間を有する中空光ファイバプリフォームを製造した。製造した光ファイバプリフォームにおいて、チューブの壁面は屈折率が1.49、中心は1.50であり、図2に示すように中心方向に屈折率が漸進的に増加した。

【0025】このように製造されたプラスチック光ファイバプリフォームを120℃で24時間乾燥した後、プラスチック光ファイバとして熱加工した。延伸の際、プラスチック光ファイバプリフォームは5mm/分の速度で250℃の加熱炉内に注入し、延伸速度は外径測定器を通じて測定されたプラスチック光ファイバの厚さによってPID方式で調節した。また、延伸の際、プリフォームの中央を減圧して中央の空間を除去した。目的とする光ファイバの直径は1,000μmであり、製造された光ファイバの直径は1000±20μmであった。

【0026】実施例2

内径が26.9mm、長さが190mmのガラスチューブを3,000rpmの速度で回転させ、単量体の構成をメタクリル酸メチル100重量%からメタクリル酸メチル70重量%/メタクリル酸ベンジル30重量%まで変えたことを除いては、前記実施例1と同様な方法で中空光ファイバプリフォームを製造した。製造した光ファイバのプリフォームにおいて、チューブの壁面は屈折率が1.49、中心は1.51であり、図2に示すように中心方向に行くほど屈折率が漸進的に増加した。

【0027】このように製造されたプラスチック光ファイバプリフォームを前記実施例1と同様な方法で熱加工して直径1000±20μmの光ファイバを製造した。

【0028】実施例3

内径が30mm、長さが300mmのガラスチューブを用い、単量体の構成をメタクリル酸メチル100重量%からメタクリル酸メチル85重量%/メタクリル酸ベンジル15重量%まで変え、単量体原料物質の注入速度を8.445ml/分から0.1431ml/分に変えたことを除いては、前記実施例1と同様な方法で中空光ファイバプリフォームを製造した。製造した光ファイバのプリフォームにおいて、チューブの壁面は屈折率が1.49、中心は1.50であり、図2に示すように中心方向に行くほど屈折率が漸進的に増加した。

【0029】このように製造されたプラスチック光ファイバプリフォームを前記実施例1と同様な方法で熱加工して直径1000±20μmの光ファイバを製造した。

【0030】実施例4

80℃の対流オープン中で内径14.5mm、長さ150mmのガラスチューブを3,000rpmの速度で回

転させながら、単量体原料物質を注射器ポンプを用いて注入した。前記単量体原料物質は反応開始剤として0.2重量%のベンゾイルペルオキシドおよび連鎖移動剤として0.2重量%のn-ブチルメルカプタンを含み、単量体の構成は、メタクリル酸メチル100重量%からスチレン100重量%まで漸進的に変化させた。この際、3時間メタクリル酸メチルのみを注入してクラッディング部を形成し、連続的に4時間前記勾配で単量体の組成を変化させて注入することによってコア部を形成した。単量体原料物質の注入速度は0.65ml/分から0.013ml/分に変化させた。この際、前記単量体含量と注入速度の調節はコンピュータによって自動的に制御されるようにした。

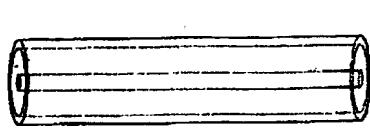
【0031】コア部の中央に直径3mm程の空間が生成するまで重合を引き続けた後、真空下、200℃で熱加工することによってコア部の空間を満たして光ファイバプリフォームを製造した。製造した光ファイバプリフォームにおいて、チューブの壁面は屈折率が1.49、中心は1.59であり、図2に示すように中心方向に行くほど屈折率が漸進的に増加した。

【0032】このように製造されたプラスチック光ファイバプリフォームを120℃で24時間乾燥した後、プラスチック光ファイバとして熱加工した。延伸の際、プラスチック光ファイバのプリフォームは5mm/分の速度で250℃の加熱炉内に注入し、延伸速度は外径測定器を通じて測定されたプラスチック光ファイバの厚さによってPID方式で調節した。目的とする光ファイバの直径は1,000μmであり、製造された光ファイバの直径は1000±20μmであった。

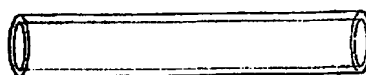
【0033】実施例5

内径が19mm、長さが190mmのガラスチューブを用い、単量体の構成をメタクリル酸メチル100重量%からメタクリル酸メチル80重量%/スチレン20重量%まで変えたことを除いては、前記実施例4と同様な方法で光ファイバプリフォームを製造した。製造した光ファイバのプリフォームにおいて、チューブの壁面は屈折率が1.49、中心は1.51であり、図2に示すように中心方向に行くほど屈折率が漸進的に増加した。

【図1】



【図2】



【図3】



【0034】このように製造されたプラスチック光ファイバプリフォームを前記実施例4と同様な方法で熱加工することによって直径1000±20μmの光ファイバを製造した。

【0035】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の方法によれば、目的とする屈折率分布を有するプラスチック光ファイバプリフォームを大きさに関係なしに簡便に製造できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によって製造された光ファイバプリフォームの形態および屈折率分布を示す図。

【図2】本発明によって製造された光ファイバプリフォームの形態および屈折率分布を示す図。

【図3】製造時における光ファイバプリフォームの断面および屈折率分布の経時変化を示す図。

【図4】製造時における光ファイバプリフォームの断面および屈折率分布の経時変化を示す図。

【図5】製造時における光ファイバプリフォームの断面および屈折率分布の経時変化を示す図。

【図6】光ファイバプリフォームを製造するための本発明による装置の概略図。

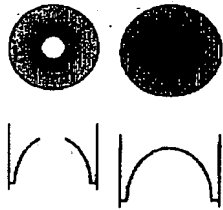
【図7】光ファイバプリフォームを製造するための本発明による装置の概略図。

【図8】製造された光ファイバプリフォームを光ファイバに加工する装置の概略図。

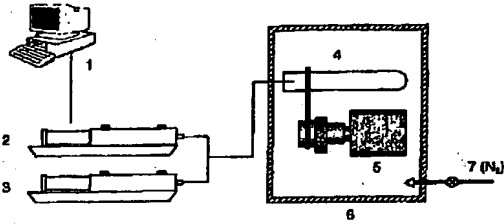
【符号の説明】

- 1…単量体原料物質組成の制御手段
- 2, 3…単量体の注入手段
- 4…光ファイバ製造用チューブ
- 5…モータ
- 6…恒温装置
- 7…不活性ガス
- 8…紫外線照射装置
- 9…プリフォーム注入装置
- 10…加熱器
- 11…プリフォーム
- 12…繊維

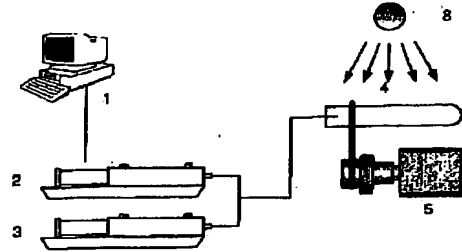
【図4】 【図5】



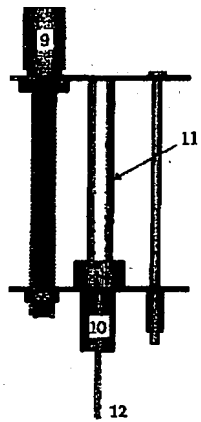
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 ブーゴン・シン
大韓民国、プサン 604-010、サハグ、
ダンリードン、ナンバー 195